

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 30 日現在

機関番号：11501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23652129

研究課題名(和文) コンピュータをベースとした音声反応形式ストループテストの開発

研究課題名(英文) Development of a computer-controlled verbal-response Stroop test

研究代表者

石崎 貴士 (ISHIZAKI, Takashi)

山形大学・教育文化学部・准教授

研究者番号：20323181

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、刺激の提示と音声による反応の記録を一元化したシステム上で実施するためのコンピュータをベースとした音声反応形式ストループテストの開発を行った。さらに、開発したテストを活用して、実際に日本人大学生を対象にした言語間でのストループ効果を比較する実験を実施し、先行研究では明らかにできなかった正反応と誤反応の区別や促進効果の測定を行うとともに、第2言語における修得度とストループ効果との関係を検証した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to develop a computer-controlled verbal-response Stroop test that made it possible to present the visual stimulus and to record the verbal responses as audio files on the same software. Then, utilizing this test, the experiment was conducted to measure only correct responses and the facilitation effects which had not been considered so much in the previous studies and to investigate the relationship between the Stroop effects and the proficiency level of the second language.

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：言語学・外国語教育

キーワード：第二言語習得理論 ストループテスト 音声反応形式 システム構築

1. 研究開始当初の背景

ストループ効果とは、色名单語が当該の色名とは異なる色で書かれている場合、実験参加者に単語ではなく色のほうを答えるよう求めると反応時間に遅れが見られる干渉現象のことをいう(Stroop, 1935)。苧阪(1990)は、このストループ効果と第2言語習得との関係を、日本人大学生を対象に調べ、修得レベルの高い言語ほど干渉効果が顕著に見られたことから、この効果が当該言語の修得度を示す客観的な指標となりうると結論づけている(苧阪, 2002)。ところが、ストループ効果を測定するストループテストについては、先行研究で用いられているものの多くが一枚の紙に、それぞれが示す色名とは異なるインクの色で書かれた色名单語を示し、参加者にインクの色を口頭で答えさせるもので、すべての単語を答えるのに要した時間から、単に正方形の色を答えさせたときの反応時間を差し引くことで干渉値を算出している。しかし、この手法では、参加者の個々の刺激に対する反応時間を測定しているのではなく、試行全体の反応時間を測定の対象としているため、正反応と誤反応の区別ができない。これに対し、水野(2004)のコンピュータをベースとしたストループテストは、コンピュータの画面上にあらわれる刺激に対して、参加者がキーボードで反応する。フォントの色ごとに押すべきキーが指定されており、刺激呈示からキータッチまでの反応時間がミリ秒単位で測定される。呈示される刺激は、統制条件、不一致条件の他、一致条件(フォントの色と単語の色名が一致)も加えられているので、フォントの色と単語の色名とが一致した場合に、反応が統制条件よりも速くなる促進効果についても測定することができる。この方法だと、反応の正・誤判定も可能なので、参加者の正反応のみを測定の対象とすることができる。しかし、参加者は、口頭ではなく、特定のキーを押して反応するため、異なった言語間での比較が難しくなる。つまり、呈示する語が何語であっても、キーをたたくという操作自体は変わらないため、参加者が何語で反応しているかまではわからないのである。このような問題を解決するには、音声反応形式のストループテストをコンピュータで実施するためのシステムを構築する以外に方法はない。そこで、このシステムを独自に構築しようという着想に至った。

2. 研究の目的

本研究では、コンピュータをベースとした音声反応形式のストループテストを実施するためのシステムを構築し、さらにシステム構築後、実際に日本人大学生を対象にした言語間でのストループ効果を比較する実験を実施し、先行研究では明らかにできなかった正反応と誤反応の区別や促進効果の測定を行うとともに、第2言語における修得度とス

トループ効果との関係を検証する。また、本研究によって、コンピュータをベースとした音声反応形式のテストシステムが構築されれば、反応時間の計測ばかりでなく、音声自体も同時に記録できるようになる。このシステムは、ストループテストのみならず、例えば音声による反応を参加者に求める他の認知心理実験や、音読と再生を参加者に課するリーディングスパンテスト、発話内容だけでなく反応時間も計測できるスピーキングテストなど、幅広い領域での応用が可能である。

3. 研究の方法

(1) 実験のためのマテリアル作成

本研究では、母語と第2言語という言語間でのストループ効果の関係、および第2言語におけるストループ効果と修得度との関係を調査の対象としている。そのため、ストループテスト(日本語版・英語版)と英語修得度診断テスト(英語リスニングテスト)を実験参加者に課す。日本語版と英語版のストループテストについては予備研究で作成したものを活用し、英語修得度診断テスト(英語リスニングテスト)については実用英語技能検定2級の一次試験リスニングセクションを用いた。

(2) 実験のためのシステム構築

上述した2種類のストループテストについては、コンピュータをベースとした音声反応形式で実施する。そのため本研究では、実験刺激がディスプレイ上に提示され、実験参加者がマイクを介して音声で反応したデータが音声ファイル形式で試行ごとに記録されていく一連の過程を一括して管理するシステムをコンピュータ上に構築しなければならない。そのためのアルゴリズム(プログラミング)については水野(2004)や及川(2004)を参考にしながら認知心理実験支援ソフト(Psychology Software Tools社E-Prime 2.0)を用いて作成した。なお、参加者への刺激の提示については大型ディスプレイ(Sharp社PN-L602B)を用いて行った。

(3) 本実験

実験参加者：実験に参加したのは、日本の大学で学んでいる日本語母語話者の大学生30名で、彼らについては自己申告により色覚に異常がないことを確認している。

手続き：まず、実験参加者全員を対象に、漢字表記と平仮名表記の日本語版と英語版の三種類のストループテストを実施する。その際、三種類のストループテストを同時期に実施するため、テスト間に練習効果による差が生じてしまう可能性がある。そこで、実験参加者を二つのグループに分け、日本語については一方のグループで漢字表記版、平仮名表記版の順に、もう一方のグループで平仮名

表記版、漢字表記版の順にテストを実施し、英語版については両方のグループで同じ三番目に実施することによって、特に同じ日本語である漢字表記版と平仮名表記版との間に生じる練習効果による影響を相殺するようにした。また、英語リスニングテストについては、両グループとも三種類のストループテストを行った後に実施した。

分析手法：ストループテストについては、試行ごとの音声データがコンピュータに自動的に記録されるので、このデータをもとに刺激提示から口頭による反応までの時間を100分の1ミリ秒(.01msec)単位で計測する。各実験参加者の干渉効果値および促進効果値については、色ごとに不一致条件(あるいは一致条件)の平均反応時間から統制条件の平均反応時間を減じて差を求め、それらをさらに条件ごとに平均して算出する。算出された干渉効果値と促進効果値それぞれについては、まず、実験参加者全体を対象に、テスト間で有意差が見られるかどうかを対応のあるt検定を実施して調べ、さらに、テスト間で相関が見られるかどうかを、ピアソンの積率相関係数を算出して検証する。次に、英語リスニングテストの成績によって実験参加者を上位・中位・下位の三つのグループに分け、それぞれのグループ内で、干渉効果値と促進効果値について、テスト間に有意差が見られるかどうかを対応のあるt検定を実施して、また、テスト間に相関が見られるかどうかをピアソンの積率相関係数を算出して検証する。

4. 研究成果

(1) 本実験の結果

まず、実験参加者全体を対象に、干渉効果値について、対応のあるt検定をテスト間で実施したところ、漢字表記と平仮名表記の間に統計上の有意差が見られた($t(29) = 2.51, p < .05$ 両側, $r = .42$)。これは、平仮名よりも漢字の方がより干渉効果が見られることを意味する。次に、テスト間の相関についてピアソンの積率相関係数を算出したところ、漢字表記と平仮名表記の間に統計上有意味な相関が見られた($r = .70, p < .01$ 片側)。また、漢字表記と英語版との間、さらに平仮名表記と英語版との間にも統計上有意味な相関が見られた(漢字表記 vs. 英語版: $r = .51, p < .01$ 片側、平仮名表記 vs. 英語版: $r = .50, p < .01$ 片側)。このことから、漢字と平仮名と英語の処理に共通の要因が影響を及ぼしている可能性が示唆された(Table 1 参照)。

Table 1 ストループ干渉効果値(全体) (N = 30)

	漢字	英語	平仮名	英語	漢字	平仮名
干渉効果値	134.87	129.92	106.73	129.92	134.67	106.73
有意差(両側)		.36 ^{ns}		2.00 ^{ns}		2.51*
相関係数(片側)		.51**		.50**		.70**

** $p < .01$, * $p < .05$

一方、促進効果値について、対応のあるt検定をテスト間で実施したところ、どのペアにおいても統計上の有意差は見られなかった。次に、テスト間の相関についてピアソンの積率相関係数を算出したところ、漢字表記と平仮名表記の間には統計上有意味な相関が見られたが($r = .31, p < .05$ 片側)、漢字表記と英語版の間と、平仮名表記と英語版の間には統計上有意味な相関は見られなかった。このことから、漢字と平仮名の処理については共通の要因が影響を及ぼしているが、英語の処理については別の要因が独自に影響している可能性が示唆された(Table 2 参照)。

Table 2 ストループ促進効果値(全体) (N = 30)

	漢字	英語	平仮名	英語	漢字	平仮名
促進効果値	46.60	36.85	44.28	36.85	46.60	44.28
有意差(両側)		.94 ^{ns}		.60 ^{ns}		.21 ^{ns}
相関係数(片側)		.30 ^{ns}		.13 ^{ns}		.31*

* $p < .05$

今回の実験では、英語力を測定する尺度として全ての実験参加者を対象に英語リスニングテストを実施した。そこで、このテストの成績によって実験参加者を上位・中位・下位の三つのグループに分け、それぞれのグループ内においても分析を行い、そこでの傾向について検証を行う。グルーピングについては、人数ができるだけ均等になるよう配慮しながらも同点者が同じグループになるよう配置した(Table 3 参照)。グループの人数に偏りが生じていないかを確認するため2検定を実施したところ統計上有意味な偏りは見られなかった。また、これらのグループがレベル別を反映しているかどうかを確認するため一元配置の分散分析を実施したところ、グループ間に統計上の有意差が見られたので($F(2, 27) = 111.58, p < .001, \eta^2 = .80$)、テューキーのHSDを用いて多重比較を行ったところ、全てのグループ間において統計上有意味な差が見られた。したがって、これらのグループはレベル別を反映していると言える。以下、グループごとに検証を行う。

Table 3 記述統計量(英語リスニングテスト) (20点満点)

グループ	下位	中位	上位	全体
度数	11	8	11	30
平均値	10.55	13.88	17.09	13.83
標準偏差	1.04	0.83	1.14	3.02
最小値	9	13	16	9
最大値	12	15	20	20

まず、下位グループを対象に、干渉効果値について、対応のあるt検定をテスト間で実施したところ、どのペアにおいても統計上の有意差は見られなかった。次に、テスト間の相関についてピアソンの積率相関係数を算出したところ、漢字表記と平仮名表記の間($r = .66, p < .05$ 片側)、漢字表記と英語版との間($r = .59, p < .05$ 片側)、さらに平仮名表記と英語版との間($r = .53, p < .05$ 片側)にも統計上有意味な相関が見られた。このことから、

漢字と平仮名と英語の処理に共通の要因が影響を及ぼしている可能性が示唆された (Table 4 参照)。

Table 4 ストループ干渉効果値(下位) (N = 11)

	漢字	英語	平仮名	英語	漢字	平仮名
干渉効果値	138.21	134.20	119.56	134.20	138.21	119.56
有意差(両側)		20 ^{ns}		64 ^{ns}		1.00 ^{ns}
相関係数(片側)		59*		53*		66*

* $p < .05$

一方、促進効果値について、対応のある t 検定をテスト間で実施したところ、漢字表記と英語版の間 ($t(10) = 2.90, p < .05$ 両側, $r = .68$) と、平仮名表記と英語版の間 ($t(10) = 2.39, p < .05$ 両側, $r = .60$) に統計上の有意差が見られた。これは、漢字や平仮名よりも英語の方がより促進効果が見られることを意味する。次に、テスト間の相関についてピアソンの積率相関係数を算出したところ、漢字表記と平仮名表記の間 ($r = .72, p < .01$ 片側)、漢字表記と英語版との間 ($r = .60, p < .05$ 片側)、さらに平仮名表記と英語版との間 ($r = .72, p < .01$ 片側) にも統計上有意味な相関が見られた。このことから、促進効果値についても漢字と平仮名と英語の処理に共通の要因が影響を及ぼしている可能性が示唆された (Table 5 参照)。

Table 5 ストループ促進効果値(下位) (N = 11)

	漢字	英語	平仮名	英語	漢字	平仮名
促進効果値	60.24	13.76	38.56	13.76	60.24	38.56
有意差(両側)		2.90*		2.39*		1.59 ^{ns}
相関係数(片側)		60*		72*		72*

** $p < .01$, * $p < .05$

続いて、中位グループを対象に、干渉効果値について、対応のある t 検定をテスト間で実施したところ、どのペアにおいても統計上の有意差は見られなかった。次に、テスト間の相関についてピアソンの積率相関係数を算出したところ、漢字表記と平仮名表記の間には統計上有意味な相関が見られたが ($r = .87, p < .01$ 片側)、漢字表記と英語版の間と、平仮名表記と英語版の間には統計上有意味な相関は見られなかった。このことから、漢字と平仮名の処理については共通の要因が影響を及ぼしているが、英語の処理については別の要因が独自に影響している可能性が示唆された (Table 6 参照)。

Table 6 ストループ干渉効果値(中位) (N = 8)

	漢字	英語	平仮名	英語	漢字	平仮名
干渉効果値	123.64	118.49	97.36	118.49	123.64	97.36
有意差(両側)		16 ^{ns}		83 ^{ns}		1.59 ^{ns}
相関係数(片側)		34 ^{ns}		50 ^{ns}		87**

** $p < .01$

また、促進効果値についても、対応のある t 検定をテスト間で実施したところ、どのペアにおいても統計上の有意差は見られなかった。次に、テスト間の相関についてピアソンの積率相関係数を算出したところ、漢字表

記と平仮名表記の間には統計上有意味な相関が見られたが ($r = .69, p < .05$ 片側)、漢字表記と英語版の間と、平仮名表記と英語版の間には統計上有意味な相関は見られなかった。このことから、漢字と平仮名の処理については共通の要因が影響を及ぼしているが、英語の処理については別の要因が独自に影響している可能性が示唆された (Table 7 参照)。

Table 7 ストループ促進効果値(中位) (N = 8)

	漢字	英語	平仮名	英語	漢字	平仮名
促進効果値	45.79	51.64	35.75	51.64	45.79	35.75
有意差(両側)		33 ^{ns}		73 ^{ns}		90 ^{ns}
相関係数(片側)		-07 ^{ns}		-07 ^{ns}		69*

* $p < .05$

最後に、上位グループを対象に、干渉効果値について、対応のある t 検定をテスト間で実施したところ、平仮名表記と英語版の間に統計上の有意差が見られた ($t(10) = 2.36, p < .05$ 両側, $r = .60$)。これは平仮名よりも英語の方がより干渉効果が見られることを意味する。次に、テスト間の相関についてピアソンの積率相関係数を算出したところ、漢字表記と平仮名表記の間 ($r = .76, p < .01$ 片側) と、漢字表記と英語版の間 ($r = .64, p < .05$ 片側) には統計上有意味な相関が見られたが、平仮名表記と英語版の間には統計上有意味な相関は見られなかった。このことから、漢字と平仮名の処理に共通の要因が影響を及ぼしているだけでなく、漢字と英語の処理についても共通した要因が影響を及ぼしている可能性が示唆された (Table 8 参照)。

Table 8 ストループ干渉効果値(上位) (N = 11)

	漢字	英語	平仮名	英語	漢字	平仮名
干渉効果値	139.70	133.96	100.70	133.96	139.70	100.70
有意差(両側)		24 ^{ns}		236*		1.77 ^{ns}
相関係数(片側)		64*		43 ^{ns}		76**

** $p < .01$, * $p < .05$

一方、促進効果値について、対応のある t 検定をテスト間で実施したところ、どのペアにおいても統計上の有意差は見られなかった。また、テスト間の相関についてピアソンの積率相関係数を算出したところ、どのペアにおいても統計上有意味な相関は見られなかった。したがって、漢字、平仮名、英語が、それぞれ独自に処理されている可能性が示唆された (Table 9 参照)。

Table 9 ストループ促進効果値(上位) (N = 11)

	漢字	英語	平仮名	英語	漢字	平仮名
促進効果値	33.53	49.18	56.22	49.18	33.53	56.22
有意差(両側)		1.09 ^{ns}		25 ^{ns}		95 ^{ns}
相関係数(片側)		43 ^{ns}		-20 ^{ns}		-13 ^{ns}

今回の実験での結果を考察するに当たっては、石崎 (2011) で主張している二つの処理概念から成る言語情報処理モデルを参照する。このモデルでは、注意とは関係なく刺激が目に入った時点で意味処理を行ってし

もう感覚的処理と、そこで処理されたものに注意を向け意識を働かして行う認知的処理という二つの独立した処理概念を想定している (Figure 1 参照)。今回の実験で、色名单語が当該の色で書かれた一致条件下での処理 (促進効果値) については主に感覚的処理が関与しているとみなし、色名单語が当該の色と違う色で書かれた不一致条件下での処理 (干渉効果値) については主に認知的処理が関与しているものとして、以下、これらの観点から下位・中位・上位の各グループで見られた結果について考察を行う。

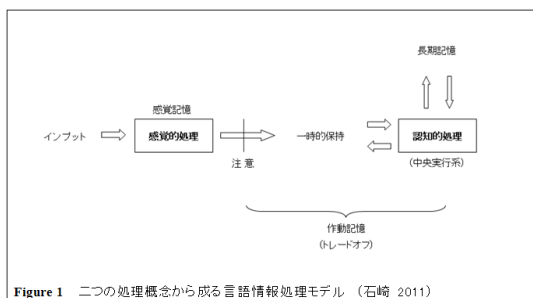


Figure 1 二つの処理概念から成る言語情報処理モデル (石崎 2011)

下位グループでは、干渉効果値についても促進効果値についても、漢字表記と平仮名表記、漢字表記と英語版、平仮名表記と英語版の全てのペアにおいて統計上有意な相関が見られた。このことから、下位グループでは、感覚的処理においても認知的処理においても、母語と第二言語とを区別せずに同様のアプローチで処理を行っていると考えられる。また、促進効果値については、漢字表記と英語版の間と、平仮名表記と英語版の間と統計上の有意差が見られた。漢字や平仮名よりも英語において促進効果が見られたのは、たとえ色名单語が当該の色で書かれていたとしても、色の意味処理と文字の意味処理との間で葛藤が生じ、その度合いは文字処理の習得が進んでいる母語の方が第二言語でよりも大きくなるためだと考えられる。

中位グループでは、干渉効果値についても促進効果値についても、漢字表記と平仮名表記の間には統計上有意な相関が見られたが、漢字表記と英語版、平仮名表記と英語版の間には統計上有意な相関は見られなかった。このことから、中位グループになると、感覚的処理においても認知的処理においても、母語と第二言語とを区別するようになり別々のアプローチで処理を行うようになると考えられる。

上位グループでは、促進効果値については、漢字表記と平仮名表記、漢字表記と英語版、平仮名表記と英語版のどのペアにおいても統計上有意な相関は見られなかった。このことから、上位グループになると、さらなる処理の効率化を図るため、感覚的処理において、第二言語だけでなく漢字と平仮名についても別々のアプローチで処理が行われるようになると考えられる。また、干渉効果値につ

いては、漢字表記と平仮名表記の間と、漢字表記と英語版の間と統計上有意な相関が見られたが、平仮名表記と英語版の間には相関は見られなかった。これは、認知的処理においても処理の効率化を図るため、母語である漢字と平仮名で共通した処理方略を用いるだけでなく、漢字と英語についても、また別の共通した処理方略を用いているためだと考えられる。そのため、ここで用いられている処理方略の違いが、平仮名表記と英語版の間における統計上の有意差となってあらわれたのではないかと。

今回の実験は、30名の参加者を三つのグループに分けて行ったため、サンプルサイズを考慮した場合、本結果のみで一般的な結論を導き出すのは早計であるが、研究の方向に興味深い示唆を与えた。今後は、十分なサンプルサイズを確保し、パス解析など新たな分析手法の導入も視野に入れた実験計画を立てて研究を継続していくつもりである。

(2) 本研究の成果

本研究では、コンピュータをベースとした音声反応形式のストループテストを実施するためのシステムを構築し、さらにシステム構築後、実際に日本人大学生を対象にした言語間でのストループ効果を比較する実験を実施し、先行研究では明らかにできなかった正反応と誤反応の区別や促進効果の測定を行うとともに、第2言語における修得度とストループ効果との関係を検証した。本研究によって開発されたコンピュータをベースとした音声反応形式のテストシステムを活用すれば、反応時間の計測ばかりでなく、音声自体も同時に記録できるので、ストループテストのみならず、音声による反応を参加者に求める他の認知心理実験、例えば音読と再生を参加者に課すリーディングスパンテストや、発話内容だけでなく反応時間も計測できるスピーキングテストなど、幅広い領域での応用が可能である。今後は、そのようなテストを活用する研究例などについても提案していきたい。

参考文献 (1 から 4 に対応)

- 石崎貴士 (2011) 『感覚的処理と認知的処理から成る言語情報処理モデルの検証：応用言語学的観点からの考察』博士論文 (東北大学)
- 及川昌典 (2004) 「SuperLab による心理学実験」北村 英哉・坂本 正浩 (編) 『パーソナル・コンピュータによる心理学実験入門』 (pp. 9-24). ナカニシヤ出版
- 苧阪 満里子 (1990) 「パイリングとストループ効果」『大阪外国語大学論集』 4, pp. 77-87.
- 苧阪 満里子 (2002) 『脳のメモ帳 ワーキングメモリ』新曜社
- 水野 りか (2004) 『Web を介してできる基礎・認知心理学実験演習』ナカニシヤ出版

Stroop, J. R. (1935) Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

石崎 貴土、中西 達也、第二言語(英語)におけるストループ効果：母語(日本語)の書記体系との関連から、東北英語教育学会研究紀要、査読有、第34号、2014、pp.1 - 11

石崎 貴土、中西 達也、日本語における表記方法の違いが第二言語のストループ効果に及ぼす影響について、東北英語教育学会研究紀要、査読有、第33号、2013、pp.11 - 18

石崎 貴土、中西 達也、日本語字幕付き英語音声映像教材の聴解と学習者の作動記憶容量との関係について、東北英語教育学会研究紀要、査読有、第32号、2012、pp.43 - 55

〔学会発表〕(計3件)

石崎 貴土(代表)、英語(第二言語)におけるストループ効果：日本語(母語)の表記方法からの考察、全国英語教育学会、2013年8月10日、北星学園大学(北海道札幌市)

石崎 貴土(代表)、第二言語におけるストループ効果と母語における表記方法の違いとの関係について、全国英語教育学会、2012年8月4日、愛知学院大学日進キャンパス(愛知県日進市)

石崎 貴土、コネクショニストモデルを応用した第二言語習得研究の可能性、筑波英語教育学会(招待講演)、2012年6月23日、筑波大学(茨城県つくば市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

石崎 貴土 (ISHIZAKI, Takashi)
山形大学・地域教育文化学部・准教授
研究者番号：20323181

(2)研究分担者

中西 達也 (NAKANISHI, Tatsuya)
山形大学・地域教育文化学部・教授
研究者番号：10217771